

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月27日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22580201

研究課題名（和文） 着底漁業の固着性生物への影響評価に関する研究

研究課題名（英文） Study on evaluation of the impact of bottom fishing to sessile organisms

研究代表者

松下 吉樹（MATSUSHITA YOSHIKI）

長崎大学・水産・環境科学総合研究科・准教授

研究者番号：30372072

研究成果の概要（和文）：着底漁業が海底環境に与える影響評価のために、海底と一体となって海底環境を構成する固着性生物の漁業による混獲に注目し、底曳網、底延縄、底刺網漁業において、GPS ロガーと GPS 内蔵デジタルカメラ、水深ロガーを利用した操業状況と固着性生物混獲のモニタリング手法の開発と試行を実施した。そして漁業ごとに混獲される種と数量、漁具が海底を掃過する面積などを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Monitoring method for evaluating the impacts of bottom fishing practices to marine sessile organisms was developed by utilizing various data loggers (e.g. position, photo and depth). These devices were installed in fishing boats that employ bottom trawl, longline and gillnet fishing gears. We demonstrated amounts of sessile organism bycatch by fishing sectors with important fishing parameters for considering the degree of impacts; bycatch per unit effort and bycatch per unit area.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：漁業・生態系保全

1. 研究開始当初の背景

底びき網や底刺網、底延縄漁具などを用いて海底の生物を漁獲する着底漁業は、世界中の広い水域で行われている。しかし、近年では漁業活動が海洋生態系に与える影響が懸念されている。

底びき網などの着底漁業の海洋生態系への影響として、海底を平坦にして生息場の複雑さを無くすこと、巣穴をつくる生物を露出

させること、生物を直接殺すこと、が挙げられる。海底に固着して生活するサンゴ類やカイメン類、藻類、海草類などの動植物はその群集自体が海底環境の一部とみなされ、多様な生物の生息場として機能している。そして漁業によるこれらの動植物の海底からの除去は、上記の影響全てに関連する。この問題は水産資源の持続的利用を脅かすと考えられ、2004年の第59回国連総会においては、

破壊的な漁業活動（脆弱な生態系における底びき網など）に関して適切な保存管理措置が決定されるまでの間、暫定的に禁止を求めることが採択され、これに対応して国連食糧農業機構(FAO)は、漁業が海底環境に及ぼす影響のレビューを行い、2007年にはこの問題を技術的に緩和するためのガイドラインを公表している。しかし、わが国におけるこの問題の認識と解決に向けての取り組みは不十分である。

2. 研究の目的

海洋生態系を健全に維持するためには、着底漁業が固着性生物を混獲する過程と機構そして、効率を明らかにし、海洋生態系に対する予防的な措置を考える必要がある。

新種の海洋生物が漁業の漁獲物の中から発見されることが多いように、漁獲物には漁業者が期待する水産生物以外にも様々な生物や無生物が含まれることが多く、それらは多様な情報を提供する。

本研究では、漁業を固着性生物モニタリングの手段として活用する簡便な手法の開発を実施することを目的とした。そしてモニタリングの試行を実施し、得られた資料から漁具の物理特性と漁獲物に含まれる固着性生物の数量を検討することで、着底漁業操業が固着性生物を引き剥がして混獲する過程と機構に関する知見を得る。また、固着性生物の地理分布と漁業操業位置、漁獲物に含まれる固着性生物の種類、数量を比較検討することより、漁具が固着性生物を混獲する効率を明らかにすることを目指した。

本研究から得られる知見に固着性生物各種の生物・生態学的知見を加味することで、漁業技術の改良や保護区の設定など、固着性生物の保全を考慮した着底漁業の管理方針・基準設定に関する知見が得られる。

3. 研究の方法

本研究では、長崎県橘湾海域で操業されている底曳網漁業（小型エビ類を主対象）と底延縄漁業（アマダイ主対象）、長崎県北部海域で操業される底刺網漁業（メダイ主対象）においてケーススタディを実施した。これらの海域で操業される漁船に位置と時刻を連続記録するGPSロガーを取り付け、漁具には水深ロガーを装着、船長にはGPS内蔵デジタルカメラを配布した。すなわち漁船と漁具の位置は自動記録され、漁獲された生物の情報は漁業者によって記録された。これらの漁船には調査員が複数回同乗し、操業過程と漁獲生物を詳細に記録して、その結果をロガーや

船長の記録と照合して、本手法の有効性を検証した。

本手法で得られた資料から、下記の事項を明らかにした。

- ・漁獲物に含まれる固着性生物
- ・固着性生物の地理的分布
- ・着底漁業操業位置の把握
- ・着底漁業で使用される漁具の物理特性

また底曳網漁業で得られるデータを比較検討するために、操業される海域の海底を水中テレビカメラとサイドスキャンソナーを用いて観察を行った。

4. 研究成果

橘湾で操業する底曳網漁船にGPSロガーとGPS内蔵デジタルカメラを装備し、2010年9月～2011年1月と2011年7～11月の間に操業位置とその際に間隔された固着性生物の記録を行った。記録を解析した結果、橘湾の底曳網漁船は一日に1～3.5時間の曳網を2から5回実施し、漁場は季節により変化した（図1）。

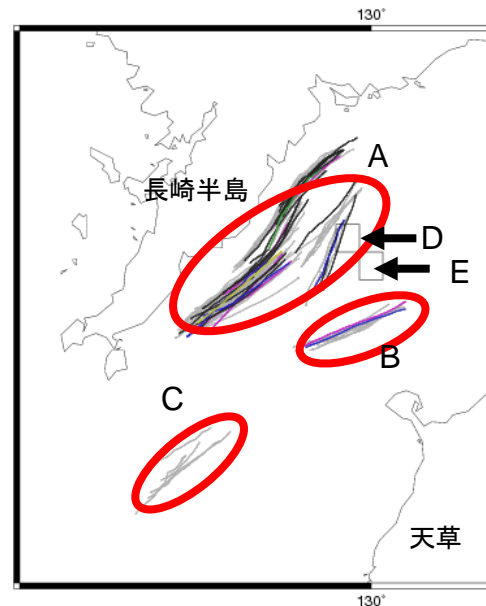


図1. 橘湾底曳網漁船（4.9トン）の操業位置の季節変化。地図中の黒線はGPSロガーを装備した漁船が網を曳いた軌跡。

底曳網漁場は図1に示したように大きく3つに分けることができた。すなわち、底曳網漁船は日中には長崎半島に沿った沿岸部（A）で曳網を行い、夜間には天草諸島に近い深場（B）での曳網を行っていた。また、冬季には天草灘が東シナ海と連結するより深い海域（C）で操業を行っていた。

これらの操業において刺胞動物門、尾索動

物門、海綿動物門に属する 170 個（群体）の固着性生物の混獲が観察され（表 1）、特に刺胞動物門花虫綱の生物がほとんどを占め、中でもウミエラ目の生物が個数で 86% を占めた。そしてウミエラ目とトゲトサカ属の生物（図 2）の多くは、A 海域における全曳網数の 26% の曳網で混獲された。しかし、同じ曳網におけるウミエラ目の生物とその他の花虫綱の生物の混獲個数には相関が無く ($r=0.02$)、同じ曳網範囲の海底で分布しないことが示唆された。ウミエラ目の生物が底曳網漁場に広く分布して混獲されることに対して、その他の花虫綱の生物の分布は底質に依存して局所的と考えられた。また、枝サンゴのような形状を持つヒドロ虫綱の生物（図 2）の混獲は B 海域だけで顕著で、この海域における全曳網数の 22% の曳網で混獲が観察された。このように漁業情報の分析より、固着性生物の地理的分布を推定することが可能であった。

表 1. 底曳網漁業で混獲された固着性生物

Cnidaria	刺胞動物門
Anthozoa	花虫綱
Octocorallia	八放サンゴ亜綱
Gorgonacea. sp.	ヤギ目の一種
Dendronephthya spp.	トゲトサカ属の複数種
Pteroeides sparmannii	トゲウミエラ
Pteroeides sp.	ウミエラ目の一種
Hydrozoa	ヒドロ虫綱
Hydrozoa spp.	ヒドロ虫綱の複数種
Chordate	尾索動物門
Asciadiacea sp.	ホヤ綱の一種
Porifera	海綿動物門
Porifera sp.	カイメンの一種

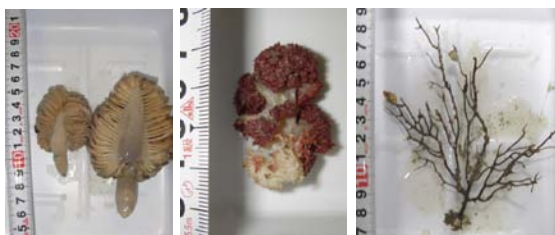


図 2. 観察された主な固着性生物。
左：トゲウミエラ，中央：トゲトサカ属の一種，右：ヒドロ虫綱の一種

使用される底曳網漁具の設計調査から、掃海面積はビーム長 (11m) × 曳網時間 (h) × 4.07 (速力の係数) から見積もることができ、橘湾におけるこれらの固着性生物の群体の分布密度は海域ごとに 0 から 0.021 個/100 m²と

推定された。

サイドスキャンソナーにより A 海域縁辺部である D 海域と、底曳網の操業が全く見られなかった E 海域の海底を観察したところ、D 海域は平坦な海底で泥から砂地の海底であり（図 3 左）、E 海域は、底質は D 海域と同様であるが各所に天然礁と人工魚礁が点在して底曳網が操業しづらい海域（図 3 右）であることがわかった。D, E 海域における水中テレビカメラによる海底観察では、底曳網で混獲が多かったウミエラ目の生物は全く観察されなかった一方で、トゲトサカ属とヤギ目の生物が多く観察された（図 4）。これらの生物の群体の分布密度（個/100 m²）はトゲトサカ属 156 個/100 m²、ヤギ目 36 個/100 m²であった。この海域で操業された底曳網の漁獲物からはヤギ目の生物の混獲は観察されず、トゲトサカ属の生物の混獲も非常に少なかった。これらの生物は小さい、あるいは細長い形状をしているので、底曳網の網目選択性の影響を受け、海底から除去されているものの網目を通過してしまい、混獲生物として観察できない種であることが考えられた。一方、ウミエラ目の生物は比較的大型の生物で網目に保持されやすく、海底での生息密度が低くても漁獲物中に出現しやすいと考えられた。



図 4. サイドスキャンソナーによる底曳網漁場の観察（左：D 海域，右：E 海域）

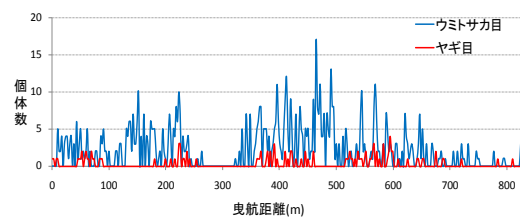


図 3. 水中テレビカメラで観察された固着性生物の観察位置ごとの個体数。

上記と同様に 2011 年 7~11 月の間に橘湾で操業する底曳網漁船 2 隻と底延縄漁船 2 隻および長崎県北部海域で操業する底刺網漁船 1 隻に GPS ロガーと GPS 内蔵デジタルカメラを、延縄と刺網にはこれらに加えて漁具の水中投入を検知するために水深ロガーを装備

した。GPS ロガーで記録した延縄と刺網漁具の投入時と収容時の漁船の動きの一例を図5に示した。漁具投入時と収容時の航跡のずれを漁具が海底を掃過した面積と考え、1 操業単位（漁具を投入してから収容するまで）あたり漁具が海底を掃過する面積を求めたところ、底延縄漁業で 0.70 km^2 、底刺網漁業で 0.06 km^2 と見積もられた（底曳網漁業は $0.24 \sim 0.48 \text{ km}^2$ ）。このように本研究で試みた監視手法では、着底漁業の漁具が海底を掃過する面積を推定することが可能で、底延縄漁業の掃過面積が最大であった。これら3つの漁業すべてで花虫綱の生物の混獲が認められた。延縄と刺網で混獲される固着性生物の数はそれらの掃過面積にもかかわらず底曳網と比べて少なく、いずれも1隻1日あたり数個のオーダーであった。

図5に示したように、延縄と刺網漁業では、漁獲対象種の分布が密と考えられる海域に釣り針や網をより多く投入できるよう、ある範囲内にジグザグに漁具を投入しており、この状態で着底した漁具が収容時に海底上を引きずられることで固着性生物の混獲が生じると考えた。

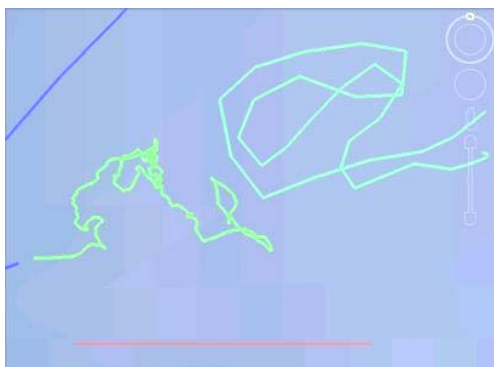


図5. 延縄漁業（上）と刺網漁業（下）における漁具投入および収容中の漁船の航跡。

延縄と刺網の漁具設計を調査した結果、延縄漁具で海底や固着性生物に大きな影響を与える部品は沈子と釣り針で、幹縄に取り付

けられる間隔は6mであった。海底から高く伸びるヒドロ虫綱の生物以外は幹縄の海底掃過の影響は少ないと考えられるので、延縄漁業の固着性生物への影響は総じて小さいと結論した。

一方、刺網漁具は網下部が常に着底する。この刺網漁具は大水深の漁場に投入しても目的とする位置に着底するように非常に重く設計されていた（平均沈降速度 0.63 ms^{-1} ）。操業が天然礁など、ウミエラ目以外の固着性生物が多く分布する海底を対象と行われることから、掃過面積は3漁業種の中で最も小さいものの固着性生物への影響は大きい可能性がある。

以上、3種類の着底漁業において、海底環境への負の影響を評価するための指標として固着性生物の混獲を考え、評価のために必要な事項を検討した。ここでは底曳網漁業を例に考察を行うために、固着性生物の混獲数量を表現する次のモデルを考えた。

$$C_B = q \cdot E \cdot N$$

C_B はある漁業において1隻で1日に混獲されるある固着性生物の数（量）、 q は漁具が固着性生物を除去して漁獲する能率、 E は努力量（本研究では掃過面積）、 N は漁具が掃過する範囲内の固着性生物の分布密度である。

本研究では、橘湾において2種の固着性生物の分布密度を直接観察により得ることができた（トゲトサカ属 $156 \text{ 個}/100 \text{ m}^2$ 、ヤギ目 $36 \text{ 個}/100 \text{ m}^2$ ）。これらの生物の分布様式は図2に示したように均一ではないが、底曳網の曳網距離（曳網速力約2ノット×曳網時間約2時間 $\approx 3700 \text{ m}$ ）のスケールが非常に大きいので、分布密度を均一と考えた。図1中のD海域で曳網したときの掃過面積の和（ 2.8 km^2 ）と混獲された固着性生物の合計個数（トゲトサカ属17個）、水中テレビカメラによる直接観察から求めた固着性生物の分布密度（トゲトサカ属 $156 \text{ 個}/100 \text{ m}^2$ ）を上記の式に当てはめると、漁具が固着性生物を除去する能率 $q = 3.9 \times 10^{-6}$ と推定された。すなわち本研究の対象となった底曳網では、海底で多く観察されたトゲトサカ属の生物でも、混獲として確認できる可能性は著しく低い。こうしたことから、本研究で取り扱った固着性生物種は、実際には漁具と遭遇して影響を受けている可能性が考えられるが、漁具が固着性生物を除去して漁獲する能率（ q ）が見かけ上は非常に小さいために底曳網漁業が海底に及ぼす影響を他の生物の混獲ほどに感じることができない。

ここで、能率 q は底曳網が固着性生物を海底から除去する能率 q_R と網に入った固着性

生物が網目により保持される能率 q_s そして漁獲物中から発見される確率 q_0 の積と考えることができる。

$$q = q_R \cdot q_s \cdot q_0$$

本研究で混獲されたトゲトサカ属の生物の群体は、最も長い方向（長軸方向）に 5 cm 程度の大きさで、底曳網コッドエンドの網目（目合 20.1mm）で十分保持される大きさであった。すなわち長軸方向が 5cm 以上の群体については、 $q_s=1$ と仮定して良いと考えられる。一方、これが漁獲物中から発見される確率 q_0 については、トゲトサカ属の生物の群体は漁獲される他の生物種と比較して小さいこと、さらに小さく収縮していると泥や小石と混同されやすいことから、特に夜間作業時の暗い船上での発見は難しく、混獲数量は過小に推定されている可能性がある。したがって漁具が固着性生物を海底から除去する効率をより明確にするためには、同じ漁獲物標本から船上と研究室で固着性生物を選別する実験を行い、 q_0 を推定することが望ましいと考えられる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 1 件）

- ① Suuronen, P., F. Chopin, C. Glass, S. Lokkeborg, Y. Matsushita, D. Queirolo, D. Rihan, Low impact and fuel efficient fishing -Looking beyond the horizon, Fisheries Research, 119-120, 135-146(2012)

〔学会発表〕（計 4 件）

- ① 松下吉樹, 固着性生物の混獲, 東大大気海洋研シンポ「混獲と生物多様性保全」, 2011 年 12 月 16 日, 東京大学大気海洋研究所, 千葉県柏市
- ② 松下吉樹, 選別漁具の選択性と魚の逃避, 生残, 平成 24 年度 日本水産学会漁業懇話会講演会「21 世紀の Smart Fishery を目指して」, 2012 年 3 月 26 日, 東京海洋大学, 東京都港区
- ③ 宮崎航, 松下吉樹, 小型底びき網漁業の選別時間を変化させる要因の検討, 平成 24 年度 日本水産学会春季大会, 2012 年 3 月 27 日, 東京海洋大学, 東京都港区
- ④ Suuronen, P., F. Chopin, C. Glass, S. Lokkeborg, Y. Matsushita, D. Queirolo, D. Rihan, Low Impact and Fuel Efficient (LIFE) fishing, 6th World Fisheries Congress, 2012 年 5 月 11 日, エジンバラ, 英国 (Edinburgh, United Kingdom)

6. 研究組織

(1)研究代表者

松下 吉樹 (MATSUSHITA YOSHIKI)
長崎大学・大学院水産・環境科学総合研究科・准教授
研究者番号：30372072

(2)研究分担者

サトウ シルク Glenn ペレス
(SATUITO CYRIL GLENN PEREZ)
長崎大学・大学院水産・環境科学総合研究科・准教授
研究者番号：40363478
山下 由起子 (YAMASHITA YUKIKO)
長崎大学・大学院水産・環境科学総合研究科・産学官連携研究員
研究者番号：30569190

(3)連携研究者

なし